


Nutr Hosp. 2014;30(4):769-775
ISSN 0212-1611 • CODEN NUHOEQ
S.V.R. 318

Original / *Obesidad*

Fitness muscular y riesgo cardio-metabólico en adultos jóvenes colombianos

Robinson Ramírez-Vélez[1], José F. Meneses-Echavez[1], Katherine González-Ruíz[2] y Jorge Enrique Correa[3]

[1]Grupo GICAEDS, Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, D.C, Colombia. [2]Facultad de Salud, Programa de Fisioterapia, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, D.C, Colombia. [3]Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá D.C, Colombia.

Resumen

Objetivo: **Determinar la relación entre el *fitness muscular* (FM) con marcadores de riesgo cardio-metabólico en adultos jóvenes de Colombia.**

Métodos: **Un total de 172 hombres (edad 19,7±2,4 años; peso 65,5±10,7 kg; IMC 22,6±2,8 kg•m-1) sin enfermedad cardiovascular previa fueron invitados a participar en el estudio. El FM se determinó mediante el test de dinamometría prensil y los resultados fueron divididos en cuartiles según los valores de FM y FM/peso corporal. Se calculó el índice lipídico-metabólico según las concentraciones de triglicéridos, c-LDL, c-HDL y glucosa. La circunferencia de cintura (CC), porcentaje de grasa, índice de adiposidad corporal (IAC) e índice de masa corporal (IMC) fueron usados como indicadores de adiposidad.**

Resultados: **Después de ajustar por edad, IMC y CC, se observaron relaciones inversas entre el porcentaje de grasa, la CC, los niveles colesterol, HDL-c y LDL-c, con los valores de FM y FM/peso corporal (p<0,05). Los sujetos del primer cuartil (menor valor de FM/peso corporal), mostraron un incremento en la masa grasa, CC y niveles de colesterol total, HDL-c y LDL-c (p<0,05 lineal). El índice lipídico-metabólico se relacionó inversamente con el FM/peso corporal (p<0,05).**

Conclusiones: **Los sujetos con un menor grado de FM/peso corporal presentan un incremento en el riesgo lipídico-metabólico y en los indicadores de adiposidad. La preservación del *Fitness Muscular* podría ser una estrategia adecuada para lograr un perfil cardio-metabólico más saludable.**

(*Nutr Hosp*. 2014;30:769-775)

DOI:10.3305/nh.2014.30.4.7684

Palabras clave: *Fuerza muscular. Factores de riesgo cardiovascular. Hombres, América latina.*

MUSCULAR FITNESS AND CARDIOMETABOLIC RISK FACTORS AMONG COLOMBIAN YOUNG ADULTS

Abstract

Objective: **To determine the influence of muscular fitness (MF) on cardiometabolic risk factors in young adult.**

Methods: **A total of 172 men (age 19.7±2.4 years; weight 65.5±10.7 kg; BMI 22.6±2.8 kg•m^{-1}) were invited to participate in the study. They had no indication of cardiometabolic problems, as evaluated by clinical interview. MF was measured by isometric handgrip (dynamometer). The handgrip strength was divided by body mass was used in further analysis. Lower and higher MF values are represented by the first and fourth quartiles, respectively. A lipid–metabolic cardiovascular risk index was derived from the levels of triglycerides, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-c), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-c), and glucose. Adiposity index were assessed by measuring, waist circumference (WC), body adiposity index (BAI), body mass index (BMI) and fat mass (%).**

Results: **After adjustment for age, BMI and WC, inverse association was observed between fat mass, WC, cholesterol, HDL-c, LDL-c and MF (p<0.05) . In addition, subjects with low handgrip strength/kg body mass (Q1), shower high levels of fat mass, WC, cholesterol, HDL-c and LDL-c (p<0.05 linear). Lasted, a linear relationship was also observed between the MF/kg and the lipid-metabolic index (p<0.05).**

Conclusions: **In Colombian young adult poorer handgrip strength/kg body mass were associated with worse metabolic risk factors and adiposity index. Increasing muscle strength could be an appropriate strategy to achieve favorable changes in metabolic risk profile.**

(*Nutr Hosp*. 2014;30:769-775)

DOI:10.3305/nh.2014.30.4.7684

Key words: *Muscular strength. Cardiovascular risk factors. Men. Latin-American.*

Correspondencia: Dr. Robinson Ramírez-Vélez, Ph.D
Universidad Santo Tomás.
Carrera 9 Nº 51-23.
Bogotá, D.C, Colombia.
E-mail: robin640@hotmail.com / robinsonramirez@usantotomas.edu.co

Recibido: 13-VI-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Introducción

Numerosas evidencias epidemiológicas y experimentales han destacado la importancia del entrenamiento y la preservación del *Fitness Muscular* (FM) como indicadores de salud cardiovascular para todas las edades[1-3]. En estudios observacionales[4-6], se ha descrito que la FM constituye un predictor independiente de morbimortalidad cardio-metabólica en adolescentes y jóvenes de ambos sexos. En población adulta, se ha reportado que los niveles bajos de FM se relacionan con la presencia de dislipidemia[7], rigidez arterial[8], obesidad[9] y con menor capacidad cardiorrespiratoria (CR)[10].

En este sentido, un trabajo realizado en Norteamérica, demostró la existencia de una asociación inversa entre el porcentaje de masa corporal magra y el riesgo de enfermedad coronaria en adultos jóvenes hispanos; asociación que no se observó en los caucásicos y negros no hispanos[11,12]. Datos de la Encuesta de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (NHANES: *National Health and Nutrition Examination Survey*) han demostrado la existencia de una menor masa muscular en adultos mexicano-americanos en relación con los observados en caucásicos americanos[13]. No obstante, actualmente se desconoce si el FM está asociado con las enfermedades cardiovasculares a largo plazo e independiente de la CR[14]; aunque una asociación cruda se ha informado en sujetos suecos[15]. En Colombia, la prevalencia de factores de riesgo presenta variación regional, con relación invertida con indicadores de condición física[16]. Sin embargo, existen pocos estudios comparativos de la distribución de factores de riesgo[17,18], si se toman en cuenta las diferencias con el FM.

Objetivo

El propósito de este estudio fue determinar la relación entre el *fitness muscular* con marcadores de riesgo cardio-metabólico en adultos de mediana edad.

Materiales y métodos

Diseño y población

Durante el primer semestre del 2014, se planteó un estudio descriptivo y transversal, en 172 varones, entre los 18 y 24 años de edad, procedentes del área metropolitana de la ciudad de Bogotá, D.C, Colombia. La selección de la muestra se realizó mediante convocatoria voluntaria y muestreo por intención. Se excluyeron participantes con diagnóstico médico o clínico de enfermedad sistémica mayor (incluidos procesos malignos como cáncer), diabetes mellitus tipo 1 o 2, hipertensión arterial, hipo/hipertiroidismo, antecedentes de historia de abuso de drogas o alcohol, consumo de multivitamínicos, índice de masa corporal (IMC) ≥ 30 kg•m^{-1} y padecimiento de procesos inflamatorios (traumas, contusiones) o infecciosos. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante y el Comité de Ética en Humanos del centro académico aprobó la intervención siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación en humanos (Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia). Los participantes que aceptaron y firmaron el consentimiento informado se citaron, para los siguientes procedimientos:

Medición antropométrica y clínica

De cada participante se obtuvieron los siguientes datos: a) antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular; b) encuesta de antecedentes personales, c) encuesta de niveles de actividad física y d) valoración antropométrica que comprendió: estatura, peso y circunferencia de cintura (CC), perímetro de cadera (PC), mediante técnicas estandarizadas por López CA et al.[19] en población Colombiana. La altura se registró en estiramiento con Estadimetro Portátil (SECA 206®; Hamburgo Alemania) (rango 0 – 220 cm) de 1 mm de precisión. El peso se midió con balanza de piso *Tanita*® Modelo BC55™ (*Continental Scale Corp., Bridgeview, III, EEUU*) (rango 0-150 kg) con 100 g de precisión. Con estas variables se calculó el IMC en kg•m^{-1}; con cinta métrica plástica con una precisión de 1 mm (*Holtain Ltd., Crymych Dyfed, RU*) se midió la CC y PC[19].

El porcentaje de grasa [%G] se estimó con el equipo de impedancia bioeléctrica segmentada de 4 puntos táctiles de electrodos *Tanita*® Modelo BC554 Inerscan Ironman™ (*Continental Scale Corp., Bridgeview, III, EEU*) de acuerdo con las indicaciones y ecuaciones señaladas en el manual del usuario. La frecuencia de inducción se valoró a una intensidad de 50 kHz, con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%). La medición se realizó luego de 10 h de ayuno, con la vejiga vacía y sobre una superficie no conductora. El índice de adiposidad corporal (IAC) se estimó con la fórmula, IAC = [(PC, en cm) / ((altura, en m)^{1,5})-18)][20]. La presión arterial se determinó con esfingomanómetro digital *Welch Allyn*® modelo OSZ 5 (*Illinois, EE.UU*®) en el brazo derecho en dos ocasiones, con un intervalo de cinco minutos entre sí, con los participantes en posición sedente y después de diez minutos de reposo. La presión arterial media (PAM), se calculó mediante la fórmula: (2 • Tensión arterial sistólica [TAS] + Tensión arterial diastólica [TAD])/3.

Las mediciones bioquímicas, tales como el perfil lipídico se realizaron tomando una muestra sanguínea según las recomendaciones técnicas del fabricante para colesterol total, triglicéridos y c-HDL mediante equipo portátil *CardioChek*®. El colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) se calculó por la fórmula de *Friedewald* ajustada por las concentraciones séricas de triglicéridos. La glicemia capilar se determinó con glucómetro *Accu-Chek*® *Performa* siguiendo las especificaciones técnicas recomendadas por el fabricante. Las extracciones de sangre se realizaron entre las 08.00 y las 09.00, tras

10 h de ayuno. Se calculó el índice aterogénico o índice de Castelli con la razón colesterol total/c-HDL[21]. Con los valores de triglicéridos, c-LDL, c-HDL y glucosa se estableció un índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular como se sugiere en el trabajo de García-Artero et al.[22]. Cada una de estas variables sanguíneas fue tipificada como, Z = ([valor– media]/desviación estándar). La variable tipificada del c-HDL fue multiplicada por [–1] debido a que su relación con el riesgo cardiovascular es contraria al resto de las variables. El índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular se calculó como la suma de las 4 variables tipificadas, de modo que los valores inferiores a este parámetro suponen un perfil lipídico-metabólico más cardiosaludable. Por la definición, su media es cero.

Medición de FM por dinamometría manual

La fuerza prensil se obtuvo con el dinamómetro *Takei Smedley* III T-19® con precisión de 0.1 kg (*Scientific Instruments Co. Ltd, Japan*), realizando dos intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, de pie, con los brazos paralelos al cuerpo y sin contacto alguno. Mientras se realizaba la medición el individuo no levantó la mano, ni realizó movimiento que pudiera provocar un cambio en su posición original. Adicionalmente, se estimuló verbalmente y siempre de la misma manera a los sujetos para que aplicaran su fuerza máxima. La dinamometría se realizó por duplicado en ambas manos con un descanso de 1 min aproximadamente y se usó el promedio de cada mano y el total de las mediciones como indicador del FM. El valor crudo del FM se normalizó (FMp) con la mediante la fórmula: (promedio del FM en kg / peso corporal en kg)

Marcadores de riesgo cardiovascular

Se tomaron los criterios de RCV reportados en el Programa Nacional de Educación del Colesterol (por sus siglas en inglés, *NECP*)[23], la Federación Internacional de Diabetes (por sus siglas en inglés, *IDF*)[24], y el Departamento de Salud de los Estados Unidos[23]: IMC ≥ 25 kg•m^{-1}, obesidad abdominal (CC ≥ a 88 cm), TAS ≥ 130 mm Hg, TAD ≥ 85 mm Hg, adiposidad (porcentaje de grasa [%G] ≥ a 25 mm) y capacidad física por VO2máx (≤ 31,5 mL•kg•min^{-1}). Las citadas dimensiones y medidas se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del programa biológico internacional, elaborado por el *Internacional Council of Scientific Unions* que recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas[25].

Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de la información se realizó en el programa *Statistical Package for Social Science*® software, versión 18 (SPSS; Chicago, IL, USA). Los valores continuos se expresaron como media y desviación estándar. Se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas, cuando las pruebas estadísticas lo permitieron se utilizaron pruebas paramétricas ajustadas por edad, IMC y CC. El promedio de fuerza prensil se normalizó (FMp) y recodificó en cuartiles, siendo el cuartil (Q1) la posición con menor valor de FMp. El estadístico de correlación de *Pearson* se utilizó para observar la relación entre las variables continuas. El nivel de significancia estadística se fijó a un valor $p<0,05$.

Resultados

Análisis descriptivo

En la tabla 1 se resumen las características generales de los participantes. Todos los parámetros evaluados estaban en el rango considerado como saludables para esta edad (ver tabla I).

Tabla I
Características antropométricas, clínicas y bioquímicas de la población evaluada

Característica	*n=172*
Antropométricas	
Edad (años)	19,7±1,7 (19,4-20,0)
Peso corporal (kg)	65,6±10,7 (64,3-66,9)
Estatura (m)	1,70±0,4 (1,68-1,80)
IMC (kg•m^{-1})	22,6±2,8 (22,3-23,0)
CC	75,8±7,1 (75,0-76,7)
PC	93,4±8,8 (92,4-94,5)
Masa grasa (%)	14,8±7,2 (13,9-15,7)
IAC	24,5±3,5 (24,0-24,9)
Clínicas	
TAS (mmHg)	117,4±14,0 (115,7-119,1)
TAD (mmHg)	68,5±8,7 (67,4-69,5)
PAM (mmHg)	84,5±9,6 (83,3-85,6)
Fuerza prensil (kg)	35,7±8,0 (34,7-36,7)
FMp (kg)	0,5±0,1 (0,4-0,6)
Bioquímicas	
Colesterol (mg/dL)	145,0±31,5 (140,7-149,2)
Triglicéridos (mg/dL)	83,2±41,1 (77,6-88,8)
c-HDL (mg/dL)	51,4±11,5 (48,1-54,7)
c-LDL (mg/dL)	84,8±25,9 (81,3-88,4)
Glucosa (mg/dL)	83,4±9,9 (81,9-84,9)
Índice aterogénico	3,6±1,9 (3,3-3,8)
Índice lípido-metabólico	-0,85±2,0 (-1,48-0,21)

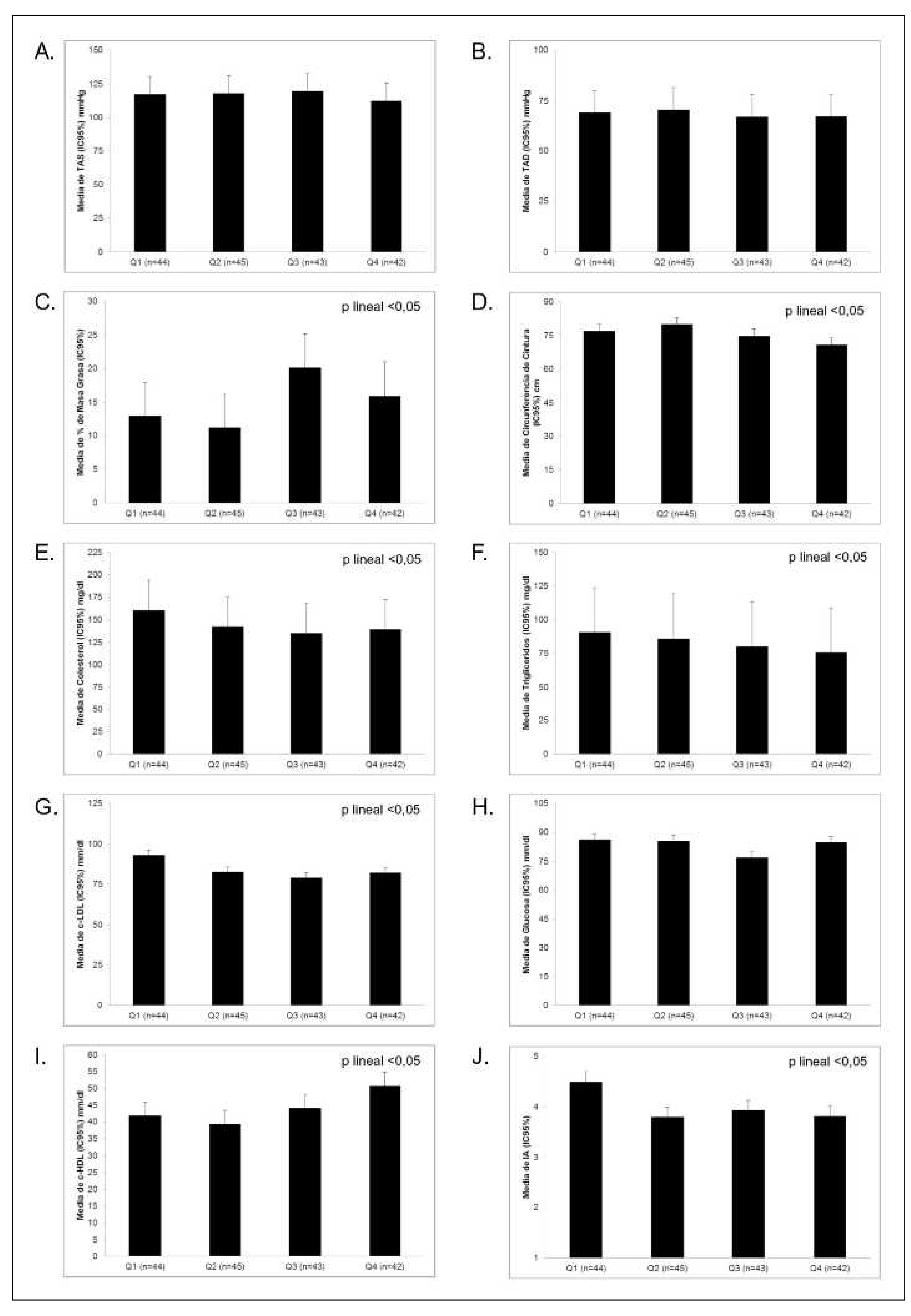


Fig. 1.–Factores de riesgo cardio-metabólico según cuartil de la fuerza de prensión ajustada (FMp) en adultos jóvenes (n=172). El cuartil 4 (Q4), representa la más alta categoría de FM. La tendencia lineal evaluó mediante un análisis de tendencia lineal mediante contraste polinómico de covarianza (one-way ANCOVA).

Tabla II
Correlaciones parciales entre los valores del Fitness Muscular y marcadores de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes

Característica	*FM (kg)*	*FMp (kg)*
Log TAD (mmHg)	0,163	-0,032
Log TAS (mmHg)	0,419	0,090
Log Masa grasa (%)	-0,241**	-0,424**
Log CC (cm)	-0,198**	-0,260**
Log Colesterol (mg/dL)	-0,281**	-0,265**
Log Triglicéridos (mg/dL)	0,044	-0,136*
Log c-HDL (mg/dL)	0,406**	0,155*
Log c-LDL (mg/dL)	-0,173*	-0,194**
Log glicemia (mg/dL)	-0,318	0,134**
Índice lípido-metabólico	-0,027	-0,265**

*p< 0,05
**p< 0,01

Relación entre el FM y marcadores de riesgo cardio-metabólico

Las correlaciones parciales entre la fuerza prensil cruda (FM) y ajustada (FMp), y los marcadores de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes se muestran en la tabla II. Tras ajustar por edad, IMC y CC, se observó una asociación inversa entre el porcentaje de grasa, CC, colesterol, c-HDL, y c-LDL (p<0,05) (ver tabla II).

Adicionalmente, los sujetos con bajos niveles de fuerza muscular ajustada (Q1), presentaron mayores niveles de porcentaje de grasa (Panel C), CC (Panel D), colesterol (Panel E), triglicéridos (Panel F), c-LDL (Panel G) e índice aterogénico (Panel J), (p<0,05 lineal), ver fig. 1. Los sujetos ubicados en la categoría de mejor FMp (Q4), presentaron concentraciones de c-HDL más saludables, (p<0,05 lineal), Panel I, fig. 1.

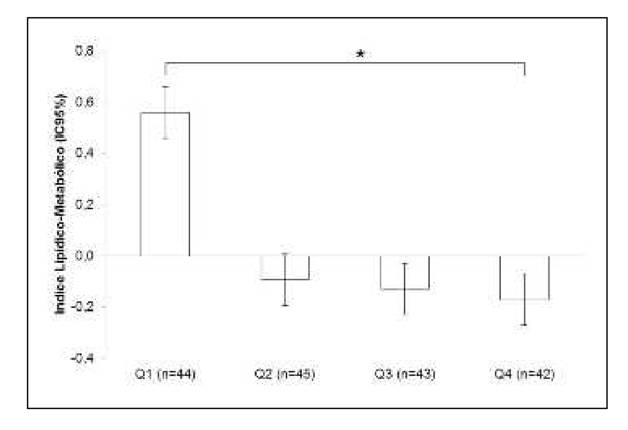


*Fig. 2.—Relación entre la fuerza prensil ajustada (FMp) y el índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes. Se indican los valores mínimo y máximo de cada categoría Q1 (menor valor FMp), Q3 (mayor valor FMp). Las barras de error representan los intervalos de confianza de 95% (IC95%), *p<0,05.*

Relación del índice lipídico-metabólico con el FM

La FMp mostró una relación significativa con el índice lipídico-metabólico. La categoría más alta de FMp se relacionó inversamente con el índice lipídico-metabólico (p<0,05) tras ajustar por edad, sexo e IMC, fig. 2.

Discusión

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo, el *fitness* muscular de los adultos jóvenes se asocia significativamente con su perfil lipídico-metabólico y con algunas variables antropométricas y clínicas. Por otro lado, los jóvenes que poseen un alto grado de fuerza muscular (Q4) presentan un perfil lipídico-metabólico más saludable que aquellos con un bajo nivel de fuerza muscular (Q1) (fig. 2), p<0,05. En estudios anteriores se ha mostrado una relación entre la capacidad aeróbica y determinados factores de riesgo cardiovascular en población joven y adolescente[6-10,22]. En este mismo sentido, se encontraron relaciones inversas entre la fuerza prensil y el porcentaje de grasa, CC, colesterol, c-HDL, y c-LDL (p<0,05); este hallazgo coincide con lo reportado recientemente por Artero et al.[26], en una muestra de 1.506 hombres con riesgo cardiovascular. Tras un seguimiento de 20 años, estos autores encontraron menor riesgo de mortalidad por enfermedad isquémica coronaria y por todas las causas entre los participantes que tenían mayores valores de fuerza muscular como de capacidad física por CR. Sumado a lo anterior, nuestros resultados ponen de manifiesto que la fuerza muscular ajustada (FMp) se relaciona de manera independiente con la presencia de factores de riesgo cardiovascular, algo de lo que no hemos encontrado constancia en la literatura científica previa (figs. 1 y 2). Esto nos lle-

varía a suponer que la capacidad muscular puede ser considerada un indicador de salud cardiovascular de alta potencia discriminatoria[27,28]. De hecho, realizar más actividad física parece no ser requisito suficiente para lograr un perfil lipídico-metabólico saludable, como fue demostrado por García-Artero et al.[22] en adolescentes europeos.

En soporte a esta hipótesis, hemos demostrado que un programa de entrenamiento de fuerza parece ser requisito suficiente para lograr un perfil cardio-metabólico saludable en sujetos saludables[29], con sobrepeso[30] e hipertiroidismo[31]. Nuestra evidencia coincide con las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte y la Organización Mundial de la Salud que recomiendan que los adultos deban realizar las actividades de fortalecimiento muscular al menos en dos días separados por semana[32]. Asimismo, el fortalecimiento muscular puede ser una mejor alternativa para las personas que no están motivadas, o para quienes debido a razones médicas no pueden participar en el ejercicio cardiorrespiratorio más centrado. Estas recomendaciones se basan en la sólida evidencia que ha demostrado la influencia del ejercicio de fuerza[33] en el tratamiento y prevención de varias enfermedades cerebro-cardiovasculares, incluyendo la hipertensión arterial, la ateroesclerosis, la obesidad y la sarcopenia[34,35]. Además de reducir la mortalidad por todas las causas[36], existe evidencia de que el entrenamiento de alta intensidad o de fuerza (p.e: circuitos con pesas y maquinas)[32] disminuye el riesgo lipídico-metabólico; tal como se comunicó recientemente por García et al.[37] en mujeres obesas españolas.

Algunos aspectos deben ser tenidos en cuenta como limitantes del presente estudio. Por ejemplo, el tamaño de la muestra, las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo, pueden ser consideradas fuentes potenciales de sesgos. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociados al perfil de riesgo cardio-metabólico, tales como la etnia, aspectos socio-económicos, nutricionales, sociales y niveles de actividad física. Sin embargo, se observó convergencia de los resultados con datos reportados en otros estudios nacionales e internacionales[5-10,14,17,18,22].

Los resultados indican que, en los adultos evaluados, una baja condición muscular se asocia con un perfil clínico y lipídico-metabólico menos saludable. Los resultados indican que la mejora de la condición física, especialmente el FM, puede desempeñar un papel protector sobre el riesgo cardiovascular en jóvenes. En opinión de los autores, se sugiere incluir la evaluación de la fuerza muscular junto a la determinación convencional de los factores de riesgo tradicionales en la prevención y tratamiento de las enfermedades no transmisibles. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

Estos resultados hacen parte del proyecto "Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes colombianos", aprobado en la convocatoria nacional para jóvenes investigadores e innovadores COLCIENCIAS Nº 617-2013 y la Vicerrectoría de Investigaciones convocatoria FODEIN-USTA 2014 Nº 2013004.

Referencias

1. Alley DE, Shardell MD, Peters KW, McLean RR, Dam TT, Kenny AM, et al. Grip strength cut-points for the identification of clinically relevant weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014 ;69(5):559-66.
2. Cholewa J, Guimarães-Ferreira L, da Silva Teixeira T, Naimo MA, Zhi X, de Sá RB, et al. Basic models modeling resistance training: an update for basic scientists interested in study skeletal muscle hypertrophy. *J Cell Physiol*. 2014 ;229(9):1148-56.
3. Sattelmair J, Pertman J, Ding E, Kohl H, Haskell W, Lee I. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation*. 2011;124:789-795.
4. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarría A, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition*. 2003;19:481-6.
5. Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J, Ruiz J, Jiménez-Pavón D, Aparicio V, et al. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:263-72.
6. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, Gutiérrez A; Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study. *Rev Esp Cardiol*. 2005 ;58:898-909.
7. Vaara JP, Fogelholm M, Vasankari T, Santtila M, Häkkinen K, Kyröläinen H. Associations of maximal strength and muscular endurance with cardiovascular risk factors. *Int J Sports Med*. 2014 ;35(4):356-60.
8. Fahs CA, Heffernan KS, Ranadive S, Jae SY, Fernhall B. Muscular strength is inversely associated with aortic stiffness in young men. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:1619-24.
9. Mason C, Brien SE, Craig CL, Gauvin L, Katzmarzyk PT. Musculoskeletal fitness and weight gain in Canada. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:38-43.
10. Vaara JP, Kyröläinen H, Niemi J, Ohrankämmen O, Häkkinen A, Kocay S, Häkkinen K. Associations of maximal strength and muscular endurance test scores with cardiorespiratory fitness and body composition. *J Strength Cond Res*. 2012 ;26(8):2078-86.
11. Koutoubi S, Huffman FG. Body composition assessment and coronary heart disease risk factors among college students of three ethnic groups. *J Natl Med Assoc*. 2005;97:784-91.
12. Shaw LJ, Shaw RE, Merz CN, Brindis RG, Klein LW, Nallamothu B, et al Impact of ethnicity and gender differences on angiographic coronary artery disease prevalence and in-hospital mortality in the American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry. *Circulation*. 2008;117:1787-801.
13. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, et al. Body composition estimates from

NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26:1596-609.
14. Artero EG, Lee DC, Lavie CJ, Espana-Romero V, Sui X, Church TS, Blair SN. Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2012;32:351-58.
15. Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Batty GD, Rasmussen F. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: a population-based cohort study of one million Swedish men. *Int J Epidemiol* 2009;38:110-18.
16. Fleischer NL, Diez-Roux AV. Inequidades en enfermedades cardiovasculares en Latinoamérica. *Rev. Perú. Med.* Exp. *Salud Pública*. 2013;30(4):641-48.
17. Cohen DD, Gómez-Arbeláez D, Camacho PA, Pinzon S, Hormiga C, Trejos-Suarez J, Duperly J, et al. Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: the ACFIES study. *PLoS One*. 2014;9(4):e93150.
18. Triana-Reina HR, Ramírez-Vélez. RAssociation of muscle strength with early markers of cardiovascular risk in sedentary adults. *Endocrinol Nutr.* 2013;60(8):433-38.
19. López CA, Ramírez-Vélez R, Gallardo CEG, Marmolejo LC. Características morfofuncionales de individuos físicamente activos. *Iatreia*. 2008;21;121-28.
20. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(5):1083-9.
21. Millán J, Pintó X, Muñoz A, Zúñiga M, Rubiés-Prat J, Pallardo LF, et al. Lipoprotein ratios: Physiological significance and clinical usefulness in cardiovascular prevention. *Vasc Health Risk Manag*. 2009;5:757-65.
22. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2007 ;60(6):581-58.
23. Executive Summary of the Third Report of National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001; 285: 2486-97.
24. International Diabetes Federation, Prevalence. Bruselas: International Diabetes Federation; 2005 http://www.eatlas.idf.org/Prevalence/index.cfm Accessed Nov 12, 2013.
25. Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology. *1º Ed. Londres: Academic Press* 1981. p 56.
26. Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:1831-37.
27. Hasselstrøm H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. Danish Youth and Sports Study. An eight-year follow-up study. *Int J Sports Med*. 2002;23 Suppl 1:S27–31.
28. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlöf A, Ortega FB, Wärnberg J, Sjöström M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(2):299–303.
29. Hernán Jiménez O, Ramírez-Vélez R. Strength training improves insulin sensitivity and plasma lipid levels without altering body composition in overweight and obese subjects. *Endocrinol Nutr.* 2011;58(4):169-74.
30. Ramírez-Vélez R, González-Ruíz K, García S, Agredo-Zúñiga RA. Sex differences in the relationship between vigorous vs. moderate intensity exercise and risk markers of overweight and obesity in healthy adults. *Endocrinol Nutr.* 2012;59(8):491-5.
31. Garces-Arteaga A, Nieto-Garcia N, Suarez-Sanchez F, Triana-Reina HR, Ramírez-Vélez R. Influence of a medium-impact exercise program on health-related quality of life and cardiorespiratory fitness in females with subclinical hypothyroidism: an open-label pilot study. *J Thyroid Res*. 2013;2013:592801.
32. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP, American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
33. Padilla-Colón C, Sánchez-Collado P, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutr Hosp*. 2014;29:979-88.
34. Burgos Peláez R. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. *Nutr Hosp*. 2006; 21: 51-60.
35. Oldridge N. Physical activity in primary and secondary prevention – there is a treatment gap. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2003:10:317-18.
36. Artero EG, Jackson AS, Sui X, Lee DC, O'Connor DP, Lavie CJ, Church TS, Blair SN. Longitudinal Algorithms to Estimate Cardiorespiratory Fitness: Associations With Nonfatal Cardiovascular Disease and Disease-Specific Mortality. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(21):2289-96.
37. García M, Martínez JA, Izquierdo M, Gorotiaga EM, Grijalba A, Ibáñez J. Effect of resistance training and hypocaloric diets with different protein content on body composition and lipid profile in hypercholesterolemic obese women. *Nutr Hosp*. 2012;27:1511-20.